

Algunos aspectos sobre el barrado de las tinturas de poliamida.

por **B. A. Evans** y **W. T. Holfeld**

(Traducción de J. Valdeperas)

DEFINICION

Se ha definido el barrado como «el aspecto visual continuo en barras o franjas paralelas en dirección al hilo, en un tricot o tejido, debido a diferencias físicas, ópticas, de tintura en los hilos, o diferencias de geometría para producir dicho aspecto de barrado» (1).

Así pues, el barrado no se produce exclusivamente por diferencias de tintura, y en este caso no se especifica cómo se producen ni la forma de corregirlas.

En la propia definición se observa que el «barrado» es un aspecto muy complejo y del cual existen varios tipos. Cada uno de ellos tiene sus propias causas y características y por ello los métodos de corrección deben ser también variados.

TIPOS DE BARRADO

Son varios los tipos de barrado descritos por Hallada y Holfeld (2).

I. Barrado físico o de configuración

Es el tipo de barrado físico u óptico no imputable a la tintura; presenta serios problemas económicos, pues no siempre es identificable y no es posible su corrección por tintura.

Algunas causas de este tipo de barrado son:

1. Diferencias en la separación de los hilos o en las mallas debidas a deficiencias en el ajuste de las máquinas en el tisaje o tricotado.
2. Diferencias de voluminosidad en los hilos, debidas a variaciones en el texturado o variaciones de tensión en operaciones posteriores.
3. Diferencias de lustre o brillo.
4. Diferencias en la sección transversal.
5. Distinto dener por filamento.
6. Diferencias de torsión o retorsión.
7. Diferencias en el título del hilo.

II. Barrado químico o de tintura

Es el barrado debido a diferencias en la cantidad de colorante sobre fibra; su naturaleza es compleja y, generalmente, puede clasificarse en dos tipos.

* Resumen del artículo aparecido en el Boletín Técnico de Colorantes y Fibras de Du Pont, vol. 1, núm. 1, septiembre de 1974 y autorizada su reproducción en este Boletín.

1. *Barrado de absorción*

Como el mecanismo de tintura de los colorantes ácidos es por absorción en sitios específicos, los hilos que presentan diferencias en el contenido de grupos amino finales de las macromoléculas, absorben diferente cantidad de colorante ácido. No influye en la absorción de los colorantes dispersos.

Este tipo de barrado con colorantes ácidos, no puede corregirse prolongando la tintura, tiñendo a tonos más oscuros, empleando colorantes ácidos de buena igualación, o tiñendo a presión a temperaturas elevadas, debido a que existe barrado aún en el equilibrio.

Puede mejorarse, empleando algunos agentes de igualación como el Alkanol ND (Du Pont).

Este tipo de barrado no es muy normal, debido a las precauciones en el control de calidad de los fabricantes de fibras. En algunos casos el barrado es debido a mezclas accidentales de materias de distintas productoras.

Du Pont ha propuesto el uso controlado de la variación de grupos amino finales en alfombras de filamento continuo voluminoso.

Otro tipo de barrado de absorción es debido a variaciones de cristalinidad entre las fibras y este caso se presenta también en la tintura con colorantes dispersos en fibras de poliéster debido a que el mecanismo de tintura es por solución de sólido en sólido; así, como la parte cristalina no absorbe colorante, la cantidad que puede disolverse disminuye al aumentar la cristalinidad.

Hasta el presente se ha encontrado escasa evidencia de este fenómeno en poliámidas y no se considera probable su existencia.

2. *Barrado cinético o de orientación*

Las velocidades a las que puede difundir el colorante en dos fibras de un tejido, pueden ser distintas y estas diferencias dan lugar en algunos casos a un barrado. Estas diferencias de velocidad provienen de variaciones en la estructura del polímero (orientación) de las fibras.

Como la estructura está determinada por los tratamientos previos en los que interviene calor y tensión, el barrado de orientación es a menudo un barrado de «historia térmica», otra forma de designarlo es «barrado cinético».

Este tipo de barrado puede explicarse considerando el movimiento de la molécula de colorante en el interior de la fibra. La velocidad del movimiento está limitada a los huecos entre las cadenas de polímeros en los cuales se sitúa la molécula de colorante.

La capacidad de estos huecos está determinada por:

a) *El tamaño y configuración de la molécula de colorante.* Los colorantes de molécula pequeña sin grupos laterales abultados ocupan menor espacio que los de molécula grande.

b) *El volumen intersticial de la fibra.* Las cadenas poliméricas en las zonas no cristalinas de la fibra, pueden estar altamente orientadas en el sentido del eje de la fibra, o bien en una situación relativamente desordenada. Si la fibra está altamente orientada, el volumen intersticial entre las cadenas poliméricas es menor y la difusión del colorante es más lenta. Los enlaces intercadenas por puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals se establecen con mayor facilidad, restringiendo el movimiento de las cadenas.

Sin embargo, si la orientación es menor, las fuerzas intercadenas no ejercen tanta influencia y aumenta el volumen libre de los huecos entre las cadenas de

polímero. Este aumento de movilidad del polímero da lugar a una mayor movilidad de las moléculas de colorante.

Una representación gráfica del barrado de orientación o cinético se muestra en la fig. 1. La fibra 1 con menor orientación, absorbe el colorante más rápidamente y se llega antes al agotamiento del baño, tiñéndose en mayor proporción que

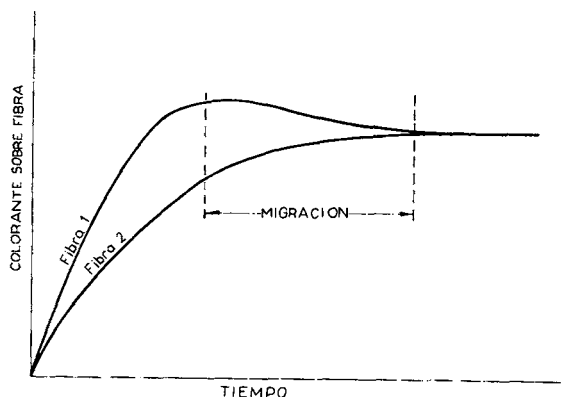


Fig. 1 Formación y eliminación del barrado cinético.

la fibra 2, con mayor orientación. Si el colorante es de buena migración, se puede llegar gradualmente a la igualación de las dos fibras. En el equilibrio, si las dos fibras presentan la misma capacidad de absorción, la tintura será igualada.

La orientación relativa de las cadenas poliméricas a lo largo del eje de la fibra es el resultado acumulativo de las diferencias de tensión/temperatura, que se producen en la fabricación de la fibra y su proceso textil y tiene mayor significado, cuando la tensión se aplica a temperaturas elevadas. Las diferencias de orientación en las fibras provienen de las operaciones de rizado durante la fabricación, texturado, urdido, fijado y torcido.

De estas operaciones, la texturación es la que produce mayores tensiones en la fibra, bajo temperaturas mayores (182°C - 218°C). Como quiera que pequeñas diferencias de tensión pueden producir elevadas diferencias en la orientación, cuando el hilo está sometido a temperaturas elevadas, es necesario realizar un estricto control del proceso (3).

Si el texturado se realiza a temperatura suficientemente baja (por debajo de 193°C), las diferencias de orientación pueden ser igualadas por vaporizado en autoclave a 132°C . Este es el caso del nylon texturado por cámara de compresión, que puede teñirse sin peligro de barrado mediante un vaporizado previo.

El barrado producido en el texturado por falsa torsión es más difícil de subsanar por vaporizado aún a 149°C . Así, si la fibra ha sido fijada (en calor seco a 204°C , o en agua a 100°C), no puede fijarse de nuevo en tratamientos posteriores a temperaturas más elevadas. Este hecho no se produce en el caso de fibras de poliéster.

MIGRACION

Cuanto mayor es la migración en el tiempo del ciclo de tintura menor es el barrado cinético. Así, el barrado de orientación puede ser disminuido prolongando el tiempo de tintura, si se emplean colorantes de buena migración o igualación. Los colorantes con baja migración, aplicados por los métodos usuales de tintura,

en los cuales se produce el barrado por el «strike» inicial, no llegan a cubrirlo completamente, aun después de prolongar la tintura y a temperaturas elevadas.

Se han realizado clasificaciones de colorantes de acuerdo con su velocidad en los colorantes ácidos batán, directos y premetalizados.

Sin embargo, a pesar de la importancia de la migración en la eliminación de los barrados, debe tenerse en cuenta que es un efecto contrario a las buenas solideces al lavado. Si se precisan elevadas solideces a los tratamientos de lavado, deben realizarse tratamientos posteriores o bien emplear colorantes de baja migración. Existen varios tratamientos posteriores para mejorar la solidez al lavado de los colorantes ácidos y el más eficiente es el empleo de tanino-tártaro emético. Sin embargo, este tratamiento tradicional presenta el inconveniente de contaminar con antimonio las aguas residuales, por ello debe tenerse en cuenta la legislación existente sobre el tema antes de usar este tratamiento posterior.

ANÁLISIS DEL TIPO DE BARRADO

El Departamento de Fibras Textiles Du Pont (2) ha puesto a punto un método para dictaminar el barrado en tejidos no teñidos, cuyas técnicas son las siguientes:

I. Barrado físico

Se tiñe con un colorante disperso de molécula pequeña: Azul brillante Celantrene FFS (DuP) (C.I. Azul disperso 3) en un tiempo suficientemente largo, con el fin de llegar al equilibrio y evitar el barrado cinético. Como los colorantes dispersos no son sensibles al barrado de absorción, por diferencias en la cantidad de grupos amino finales esta tintura detecta los barrados debidos a los defectos no imputables a tintura. Junto con otros análisis por tintura, el barrado que se presenta con ésta, puede sustraerse de una forma subjetiva de los otros barrados para diagnosticar un barrado aparecido en la tintura.

Los defectos físicos o de configuración debidos a una distribución desigual del hilo, en un tejido, como en el caso de un tricot barrado, puede identificarse por replicado del tejido en un plástico.

El tejido se coloca entre dos plásticos (termoplásticos) y el «sandwich» se coloca entre dos placas calientes a presión. La impronta del tejido sobre el plástico muestra la distribución del hilo.

II. Barrado de absorción

Las diferencias en el contenido de grupos amino finales, de varios hilos en un tejido, se hacen fácilmente visibles en una tintura al equilibrio con un colorante ácido de molécula pequeña como el Azul Merpacil SW (DuP) (C.I. Azul ácido 25).

Sin embargo, debe tenerse la certeza de haber llegado al equilibrio para que los resultados sean aceptables. Para ello, la tintura puede hacerse a un pH relativamente alto (6,5-7,0) para aumentar la migración, así como prolongar la tintura durante dos horas o más.

III. Barrado cinético

Las diferencias cinéticas entre fibras de un tejido se aprecian en mayor grado cuando la migración es mínima.

Un colorante usado a menudo es el: Azul Antraquinona batán BL (DuP)

por su baja migración. Las condiciones de tintura son, también, aquéllas que reducen al mínimo la migración la migración, por ejemplo, pH 5,0 y ebullición 45 minutos.

SOLUCION A LOS DISTINTOS TIPOS DE BARRADO

Cuando se conoce a qué tipo de barrado pertenece un defecto concreto, es posible definir el método óptimo para su corrección.

En la tabla I se resumen los métodos más adecuados para resolver en la tintorería cada tipo de barrado.

Para el barrado cinético, todas las soluciones indicadas en la tabla I se basan en aumentar la migración, que puede lograrse:

- 1.º Empleando colorantes dispersos de molécula pequeña.
- 2.º Empleando colorantes ácidos de igualación (por ejemplo, Merpacil DuP).
- 3.º Empleando agentes igualadores (por ejemplo, Alkanol ND, Merpol DA, Sal igualadora Capracil, DuP).
- 4.º Disminuyendo el agotamiento del baño por aumento del pH.
- 5.º Prolongando mayor tiempo la ebullición.
- 6.º Tiñendo a alta temperatura en aparatos a presión.
- 7.º Combinación de todos ellos.

Además de favorecer la migración, puede mejorarse el barrado minimizando la rápida subida inicial del colorante («strike»).

Debe cuidarse, por otra parte, la compatibilidad de los colorantes en una fórmula de tintura. Si son compatibles, el barrado sólo se presentará por diferencias de intensidad, mientras que si son incompatibles pueden producirse, además, diferencias de matiz mucho más visibles.

Cuando hay peligro de aparición de barrados, deben elegirse tonalidades adecuadas. Los amarillos brillantes cubren el barrado, mientras que los azules, lo acentúan.

Los verdes son críticos, ya que puede aparecer el barrado en franjas amarillas y azules.

Los retardadores, no necesariamente afectan el barrado. Sólo aquellos productos auxiliares que aumenten la migración ayudarán a cubrir en algunos casos el barrado.

VALORES DE BARRADO DE LOS COLORANTES *

El método propuesto para clasificar los colorantes según su poder cubriente se basa en la comparación de un tejido teñido con una escala estándar de tejidos barrados, clasificados de la siguiente forma (2):

- 1.0. Barrado muy intenso.
- 2.0. Barrado intenso.
- 3.0. Barrado ligero.
- 4.0. Barrado muy ligero.
- 5.0. No barrado.

Como esta escala de barrado, aplicada a un tejido teñido, incluye todos los tipos de barrado: físico, de absorción y cinético, la tendencia de los colorantes por el barrado cinético puede deducirse por comparación con otros colorantes.

* N. T. Se han propuesto otros métodos de cuantificación del barrado, sobre poliéster, por valoración con la Escala de Grises de degradación o bien por valoración colorimétrica (ver B.I.I.T. y C.I., n.º 61, en marzo 1975).

TABLA I
Análisis del tipo de barrado

SI Aparece barrado.
NO No aparece barrado.
* No es preciso hacer el ensayo.

	<i>Igualación Col. Disperso</i>	<i>Réplica en plástico</i>	<i>Col. Ácido buena igua- lación</i>	<i>Col. Ácido mala igua- lación</i>	<i>Tipo de barrado</i>	<i>Eliminación del barrado</i>
1	SI	NO	*	*	Físico, probablemente de naturaleza óptica	Probar con mezcla de fibras. Dejar la materia blan- ca.
2	SI	SI	*	*	Físico, probablemente me- cánico o de volu- minosidad	Estampar o teñir a matices no críticos
3	NO	NO	SI	*	Químico de ab- sorción	Probar con mezcla de fibras. Teñir con colorantes dispersos
4	NO	NO	NO	SI	Químico cinético	Teñir con colorantes dispersos o ácidos de buena igualación. Ma- tices oscuros o ama- rillos brillantes. Procurar el aumento migración
5	NO	NO	NO	NO	No barra	Teñir a cualquier ma- tiz e intensidad, aun con colorantes críticos

Los colorantes ácidos de Du Pont han sido clasificados por tinturas de tricot doble de poliamida texturada por falsa torsión (hilo de 70/13).

Se ha observado que la aportación del barrado físico al barrado total, ha sido en el mejor de los casos de 2,5 determinado por tintura al equilibrio con un colorante disperso.

Considerando el máximo barrado como 1 y el mínimo como 2,5, se ha ampliado la escala a 1-5 (2,5 equivale al 5). En esta nueva escala se han introducido valores intermedios proporcionales, empleándola en la clasificación de los colorantes que se resume en la tabla II.

Las tinturas se realizaron por los métodos usuales en la práctica, para asegurar la utilidad de la clasificación. El agotamiento fue bueno en todos los casos, y si se consideró necesario se añadió ácido al final de la tintura para mejorar el agotamiento. Los métodos de tintura se resumen en la tabla III.

Cada colorante se tiñó a la concentración adecuada para dar la I.S. 1/3, lógicamente las concentraciones necesarias están en función del poder tintóreo de cada colorante.

TABLA II

Indices de cobertura de barrado de los colorantes
ácidos Du Pont

<i>Colorante</i>	<i>% s.p.f.</i>	<i>Procedi- mientos</i>	<i>Indice</i>
Amarillo «Merpacyl» AR Conc. 200 %	0,32	I	5,0
Amarillo «Merpacyl» 4G	0,58	I	5,0
Amarillo «Merpacyl» 9G	0,40	I	5,0
Amarillo «Merpacyl» SL Líquido	0,85	I	5,0
Anaranjado «Merpacyl» R	0,25	I	5,0
Rojo «Merpacyl» B	0,44	I	4,8
Rojo «Merpacyl» G	0,40	I	5,0
Rojo «Merpacyl» L	0,15	I	4,8
Azul «Merpacyl» 2GA	0,62	I	3,7
Azul «Merpacyl» SK	0,41	I	4,5
Azul «Merpacyl» SW	0,37	I	4,8
Carmín «Pontacyl» 2G Conc.	0,13	II	5,0
Amarillo Sólido «Pontamine» 4G LN	0,30	I	5,0
Azul Turquesa Sólido «Pontamine» 8GL	0,50	II	1,9
Amarillo «Stylacyl» RG	0,20	II	5,0
Rojo «Stylacyl» RY	0,23	II	4,5
Rojo «Stylacyl» RB	0,15	II	4,8
Azul «Stylacyl» RP	0,20	II	5,0
Amarillo «Capracyl» NW	0,60	III	4,3
Amarillo «Capracyl» R	0,54	III	2,9
Anaranjado «Capracyl» R	0,46	III	2,1
Rojo «Capracyl» B		III	1,3
Rojo «Capracyl» G	0,40	III	1,6
Negro «Capracyl» BGL	0,26	III	1,0
Rojo Batán Du Pont SWB	0,22	III	3,2
Azul Antraquinona Batán Du Pont BL	1,0	III	1,9
Azul Brillante «Bond» Du Pont A	0,53	II	1,6
Azul Antraquinona Du Pont GSS	0,25	I	4,8
Verde Antraquinona Du Pont GNN	0,34	III	4,5

TABLA III

Procedimientos de tintura

I. Baño inicial a 27°C conteniendo:

2 % Alkanol ND (auxiliar de tintura)
0,5 % Merpol Da (humectante)
0,5 % Pirofosfato tetrasódico
2 % Fosfato monosódico
pH 5,0 Con ácido acético
Elevar la temperatur aa 99°C (ebullición) y mantener 1 hora.

II. Baño inicial a 27°C contendo:

1 % Alkanol ND
0,5 % Merpol DA
1 % Acido acético
Elevar la temperatura a 99°C y mantener 30 minutos
Añadir 1 % ácido fórmico, y mantener otros 30 minutos.

III. Baño inicial a 27°C conteniendo:

1 % Alkanol ND
0,5 % Merpol HCS (humectante)
3 % Acetato amónico
Elevar la temperatura a 99°C y mantener 1 hora.

Los índices de barrado de la tabla II reflejan la capacidad de cada colorante para cubrir el barrado cinético y son comparativos entre ellos, sin embargo, el grado de barrado total obtenido en un tejido comercial variará en cada caso y debe tenerse en cuenta en la selección de colorantes. Los tejidos con baja tendencia al barrado cinético pueden ser teñidos con colorantes de índices bajos, mientras que los tejidos con alta tendencia al barrado cinético, deben teñirse sólo con colorantes de índices altos, para obtener los resultados óptimos.

Algunos tejidos presentan un barrado físico intenso que aparecerá con todos los colorantes.

No se han podido establecer aún las relaciones entre la escala de barrado de los tejidos y la escala de barrado de los colorantes. Se está trabajando en la búsqueda de estas relaciones, así como la influencia de la migración en los índices de barrado de los colorantes. Los resultados se comunicarán en futuros artículos.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Pratt, H. T.: AATCC, «*Symposium Papers Knit Barre - Causes and Cures*», página 13, mayo de 1972.
- (2) Hallada, D. P., y Holfeld, W. T.: Op. cit., p. 33.
- (3) Holfeld, W. T., y Hallada, D. P.: Op. cit., p. 31.